



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

EDARDNA SUZANA ANDRADE

**MONITORAMENTO DO SOLO EM ÁREAS DEGRADADAS EM PROCESSO DE
RECUPERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CARIRI. SEMIÁRIDO PARAIBANO**

AREIA/ PB

2017

EDARDNA SUZANA ANDRADE

**MONITORAMENTO DO SOLO EM ÁREAS DEGRADADAS EM PROCESSO DE
RECUPERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CARIRI. SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal da
Paraíba (UFPB) – CCA/Campus II, como
requisito parcial a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

DANIEL DUARTE PEREIRA

Orientador

AREIA/PB

2017

EDARDNA SUZANA ANDRADE

**MONITORAMENTO DO SOLO EM ÁREAS DEGRADADAS EM PROCESSO DE
RECUPERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CARIRI. SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado á Universidade Federal da
Paraíba (UFPB) – CCA/Campus II, como
requisito parcial a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em 25 de Julho de 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira

Orientador – DFCS/CCA/UFPB

Prof Dr. Bruno de Oliveira Dias

Examinador – DSER/CCA/UFPB

Eng. Agrônomo MSc João Macedo Moreira

Examinador- INSA/MCTI

“A única forma de chegar ao impossível é acreditar que é possível”.

Alice no País das Maravilhas

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais Francisco Antônio Andrade Filho e Maria das Graças Suzana Andrade, minha base, meu alicerce, que sempre me incentivaram a correr atrás dos meus objetivos, sempre se esforçando ao máximo pra dá tudo de melhor pra mim, se cheguei até aqui foi graças ao incentivo dos dois em minha vida. Meu muito obrigado. Amo vocês.

Quero agradecer as minhas irmãs Camila Suzana Andrade e Andressa Suzana Andrade, que apesar das brigas e chatices dentro de casa sempre estiveram ao meu lado.

Ao Professor Daniel Duarte Pereira, por ter me acolhido no momento que eu mais precisei e por ter aceitado ser meu Orientador.

Agradeço ao meu namorado futuro Engenheiro Agrônomo Helton Devison por sempre estar ao meu lado me apoiando, brigando comigo quando se fez necessário e sempre me incentivando a correr atrás dos meus sonhos.

Quero agradecer ao meu lindo BACHaria (Jayene, Claudio e Ciro) por sempre se fazerem presentes na minha trajetória dentro da Universidade, obrigado por todo apoio, quero levar vocês pra sempre comigo aonde quer que eu esteja.

A minha companheira de quarto Rebeca Nogueira por ter me aguentado nos meus momentos de estresse e por acompanhar minhas loucuras.

Quero agradecer a toda minha família que em todos os momentos me motivaram a buscar meus objetivos, tios (as), primos (as), minhas avós e meus avôs. (Chico da Banca in Memorian).

Quero agradecer a Família Lupyta por todo apoio e incentivo.

Agradecer as Aziladas lindas pelo apoio e por todos os momentos compartilhados.

Agradeço a todos os meus amigos, sem exceção, que estiveram junto comigo nessa caminhada.

Agradeço a todos da turma de Ciências Biológicas 2012.1 pelo companheirismo em sala de aula, e pelas discussões também.

Agradeço também a todo corpo docente da Universidade Federal da Paraíba – Campus Areia pela minha formação acadêmica.

Agradeço também a banca examinadora Professor Bruno de Oliveira Dias e ao Engenheiro Agrônomo João Macedo Moreira por ter aceitado o convite e se fazerem presentes em meu trabalho.

Agradeço também por último e não menos importante a baby mais linda de quatro patas que alegra toda a minha casa, Sam.

Sumário

Introdução	1
Materiais e Métodos	5
Área de Estudo	5
Trabalho em Campo.....	5
Coleta de dados	6
Análise de dados	6
Resultado e Discussão	8
Referências	21
Legendas de Figuras	25
Tabelas.....	26
Figuras	33
Anexos.....	36

Resumo

A desertificação é um problema ambiental que degrada terras sujeitas às ações de climas áridos, semiáridos e subúmidos secos, sendo, contudo, consequência de atividades humanas ou de fatores naturais. No Brasil, as áreas que estão susceptíveis à desertificação se encontram, em boa parte, dentro da região semiárida, que abrange a maior parte do Nordeste brasileiro e uma pequena parte do Sudeste. O trabalho teve como objetivo avaliar possíveis mudanças do ponto de vista edáfico em áreas desertificadas após o processo de isolamento e recuperação. Analisando os efeitos do isolamento nas características químicas e físicas do solo. Foram realizadas monitoramento das possíveis alterações nas características físicas e químicas dos solos incluindo o plantio de culturas xerófilas (áreas perturbadas), área testemunha (vegetação nativa arbustiva ou herbácea) e área externa. Para tanto, foi realizada duas coletas de solo a uma profundidade de 0,20 m compondo uma amostra composta. No que se refere às características físicas destacou-se a textura Franco Arenosa tanto nas áreas internas como externas independente dos históricos das mesmas em termos de antropização. Quanto a Densidade de Solo da área pesquisada os maiores valores encontrados equivaleram as Internas Pertubadas ($1,77 \text{ g/cm}^3$), Maracajá (2013) obteve valores maiores para Internas Testemunhas ($1,28 \text{ g/cm}^3$). Quanto às análises químicas, alguns elementos obtiveram valores significativos (Fósforo, Sódio, Potássio, Cálcio, Magnésio). O pH confirmou a tendência alcalina das áreas. Não foram encontrados teores de Alumínio em nenhuma delas. Os valores de SB para a área pesquisada variaram em algumas áreas apresentando-se idênticos aos obtidos para a CTC. Houve sensível redução dos teores de MO no período de 2012 a 2016. Os aumentos da densidade de solo observados e a redução dos teores de K e Ca podem estar associados às reduções de MO em todas as amostras analisadas.

Palavras-chaves: Desertificação; Áreas Degradadas; Semiárido

Abstract

Desertification is an environmental problem that degrades lands susceptibles to the actions of arid, semi-arid and dry subhumid climates, however it is a consequence of human activities or natural factors. In Brazil, the areas that are susceptible to desertification are found in great part within the semi-arid region, which covers most of the Brazilian Northeast and a small part of the Southeast. This work aimed to evaluate possible changes from the edaphic point of view in desertified areas after the isolation and recovery process. Analyzing the effects of isolation on soil chemical and physical characteristics. Was monitored possible changing at the physical and chemical soil characteristics, including xerophytic cultures (impacted area), witness area (native shrub or herbaceous vegetation) and external area. Therefore, two soil samples were collected at a profundity of 0,20 composing a composite sample. As for physical characteristics, a sandy texture was highlighted, both in internal and external area regardless their history in terms of anthropization. As for soil density of the surveyed area, the highest values were equal to Intern Impact ($1,77 \text{ g/cm}^3$), Maracajá (2013) obtained bigger values for Witness Impact ($1,28 \text{ g/cm}^3$). As for chemical analysis, some of the elements obtained significant values (Phosphorus, Sodium, Potassium, Calcium, Magnesium). pH has confirmed alkaline tendency for the areas. It has not been found Aluminum in any of them. SB values for the surveyed area varied in some areas presenting identicals to the ones obtained for CTC. There were a sensitive reduction of MO during 2012 and 2016. The increase of soil density observed and the reduction of K and Ca may be associated to the reduction of MO in all analyzed samples.

Keywords: desertification ; degraded áreas; semi-arid

Introdução

A desertificação é um problema ambiental que degrada terras sujeitas às ações de climas áridos, semiáridos e subúmidos secos, sendo, contudo, consequência de atividades humanas ou de fatores naturais. Ocorre como um processo cumulativo de deterioração das condições ambientais que, em um estado mais avançado, afeta as condições de vida da população (SAADI, 2000).

De acordo com o conceito oficial da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, é entendida como “*degradação da terra nas zonas áridas, semi-áridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas*” (BRASIL, 2004). Por essa definição, sua origem está relacionada tanto a causas naturais como aquelas derivadas da pressão exercida pelas atividades humanas em ecossistemas frágeis, o que conduziria determinadas áreas a se transformarem em desertos ou a eles se assemelharem (CONTI, 1995).

A Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD), denominada simplesmente de CCD, foi adotada em Paris em 17 de junho de 1994 a partir de uma decisão tomada na Rio-92 e tem como principais definições: a) Por desertificação entende-se a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas; b) Por terra entende-se o sistema bio-produtivo terrestre que compreende o solo, a vegetação, outros componentes da biota e os processos ecológicos e hidrológicos que se desenvolvem dentro do sistema; c) Por desertificação entende-se a redução ou perda, nas zonas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, da produtividade biológica ou econômica e da complexidade das terras agrícolas de sequeiro, das terras agrícolas irrigadas, das pastagens naturais, das pastagens semeadas, das florestas e das matas nativas devido aos sistemas de utilização da terra ou a um processo ou combinação de processos, incluindo os que resultam da atividade do homem e das suas formas de ocupação do território: a erosão do solo causada pelo vento e/ou pela água; a deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas ou econômicas do solo; a destruição da vegetação por períodos prolongados (MMA, 2009).

As áreas susceptíveis à desertificação no Brasil foram delimitadas de acordo com os pressupostos da CCD, que tomam por base a classificação climática de Thornthwaite (1941) apud MMA/PAN (2005). Esta classificação é baseada no Índice de Aridez, que corresponde à razão entre as médias anuais de precipitação e evapotranspiração potencial. São áreas suscetíveis à desertificação as que apresentam Índice de Aridez entre 0,21 até 0,65. O grau de susceptibilidade pode variar de “muito alto” a “moderado”.

No Brasil, as áreas que estão susceptíveis à desertificação se encontram, em boa parte, dentro da região semiárida, que abrange a maior parte do Nordeste brasileiro e uma pequena parte do Sudeste. No Nordeste do Brasil, as condições climáticas, os baixos índices pluviométricos e a degradação ao uso dos solos contribuem para o processo de desertificação na região (FIGUEIREDO, 2013).

Na Paraíba o processo de desertificação é considerado grave tanto pela extensão da área, como pelos níveis de degradação. As áreas mais afetadas são o Seridó e o Cariri e neste os municípios de Cabaceiras e São João do Cariri, os quais se destacam com terras que apresentam com altos risco a desertificação (FIGUEIREDO, 2013). Por ser uma questão com distintas causas que a condicionam, com dimensões resultante de fatores físico-ambientais e sociais, a desertificação tornar-se um fator muito complexo.

Quanto à intensidade, o fenômeno encontra-se concentrado em pontos específicos do bioma Caatinga, como um todo, resulta de um conjunto de procedimentos exploratórios ecologicamente incorretos e sua gravidade se expressa por meio da degradação conjunta de ativos ambientais, como solo, biodiversidade e recursos hídricos (CNRBC, 2004).

Por ser um processo dinâmico, é difícil determinar uma causa para a desertificação das terras, tendo em vista que ela geralmente resulta de um emaranhado de causas e efeitos que se entrelaçam, formando um quadro complexo (SAMPAIO & SAMPAIO, 2002). O uso e o manejo inadequado dos solos são as principais causas relacionadas com a desertificação.

Há desta forma, uma correlação entre o processo de desertificação e os solos. Neste contexto, a convenção das nações unidas de combate a desertificação (1995) insere a questão

pedológica num contexto mais amplo, relacionada à degradação da terra, entendendo esta última como:

[...] a redução ou perda, nas zonas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, da produtividade biológica ou econômica e da complexidade das terras agrícolas de sequeiro, das terras agrícolas de regadio, das pastagens naturais, das pastagens semeadas, das florestas ou das áreas com arvoredo disperso, devido aos sistemas de utilização das terras ou a um processo ou combinação de processos, incluindo os que resultam da atividade do homem e das suas formas de ocupação do território, tais como: (i) a erosão do solo causada pelo vento e/ou pela água; (ii) a deteriorização das propriedades físicas, químicas e biológicas ou econômicas do solo e, (iii) a destruição da vegetação por períodos prolongados.

Além do critério do Índice de Aridez, as áreas em processo de desertificação têm sido caracterizadas a partir do uso de indicadores relacionados à propriedade e uso dos solos em áreas com isoietas pluviométricas situadas no limite de 500 mm (áreas mais secas do Semiárido). Essa abordagem foi utilizada por Sá (1994) apud MMA/PAN (2005). Foram estabelecidos níveis de degradação ambiental (severo, acentuado, moderado e baixo), segundo os tipos de associações de solos (Luvissolos, Litólicos, etc.); o relevo (suave ondulado, ondulado, etc.); a sensibilidade à erosão (forte, muito forte, moderada) e o tempo de ocupação do solo (longo, médio, recente).

Para Sá (1994) apud MMA/PAN (2005) os níveis de degradação ambiental para associações de solos Bruno Não-Cálcicos, atuais luvissolos são considerados severos em relevos suaves ondulados e ondulados, com sensibilidade e a erosão forte com tempo de ocupação longo em especial com a cultura do algodão sendo as percentagens destes solos com relação às áreas mais secas de 38,42%.

Contudo, a característica fundamental do fenômeno da desertificação no Semiárido Brasileiro é a presença de manchas de solo exposto. São geralmente áreas de solos jovens, sem capacidade de retenção de água e com limitações físicas e químicas. Os solos dessas regiões apresentam uma grande carência de nutrientes, contribuindo assim para a propensão

ecológica para a desertificação, observando-se assim diferenças específicas do tipo de solo. Tornando-se possível encontrar manchas férteis de solo e manchas em processo de desertificação. O solo desnudo ou com uma cobertura deficiente está mais suscetível aos processos erosivos.

As consequências ambientais da degradação do solo são bastante graves por si próprias, porém, o seu aspecto mais danoso, é sem dúvida alguma a diminuição na capacidade produtiva dos solos, ou seja, sua fertilidade (SAMPAIO e ARAÚJO, 2005).

Os processos de degradação ambiental estão cada vez mais visíveis, mostrando as suas consequências em relação à perda da fertilidade dos solos e da sua biodiversidade, bem como estimulando, em determinadas áreas os processos de desertificação.

Uma das principais causas do processo de desertificação no Semiárido Brasileiro são a degradação dos solos e o seu aspecto mais danoso, é sem dúvida a diminuição na capacidade produtiva por alterações nas fertilidades física, química e biológica. As análises físicas e químicas de solos submetidos a isolamento e recuperação permitirão inferências sobre o destino de milhares de hectares que podem não suportar mais a exploração por culturas tradicionais, mas, se adequarem perfeitamente a um novo processo produtivo incluindo lavouras xerófilas nativas ou exóticas.

Inserido nesse contexto, o trabalho objetivou-se avaliar possíveis mudanças do ponto de vista edáfico em áreas desertificadas após o processo de isolamento e recuperação. Analisando os efeitos do isolamento nas características químicas e físicas do solo.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

O campo experimental fica no município de São João do Cariri fica localizado na região semiárida brasileira, na área geoestratégica sertão norte e sub-região de desenvolvimento sertão do Araripe (ADENE/PDSA, 2005). No bioma Caatinga faz parte do complexo da ecorregião do planalto da Borborema (VELLOSO et al, 2002) e localiza-se na região hidrográfica atlântico nordeste oriental e na bacia hidrográfica do rio Paraíba, sub-bacia do Rio Taperoá (AESAs, 2006). Faz parte da mesorregião Borborema e da microrregião do Cariri oriental paraibano (MOREIRA, 1998). A área anteriormente era utilizada para pecuária. (v. **Figura 1**)

Trabalho em Campo

As primeiras atividades de isolamento da área foram realizadas por Maracajá¹ (2013) em 2012, em que foi instalada neste município uma parcela de isolamento e recuperação de áreas degradada no período de março de 2012 a março de 2013 incluindo o plantio de culturas xerófilas (áreas perturbadas), área testemunha (vegetação nativa arbustiva ou herbácea) e área externa. Esta parcela apresentou às dimensões de 70,0 m de comprimento por 20,0 m de largura totalizando 1.400,0 m² ou 0,14 ha. Sempre que possível, a parcela foi instalada no sentido transversal a declividade sendo cercada com arame farpado com oito fios.

A parcela foi instalada em área reconhecidamente degradada e com histórico de pastagem natural. O solo da parcela foi identificado como LUVISSOLO CRÔMICO, antigo bruno não cálcico (SIBCS 2011). (v. **Figuras 2 e 3**).

A parcela foi subdividida em quatorze sub-parcela com as dimensões de 10,0 m de comprimento por 10,0 m de largura totalizando 100,0 m² ou 0,010 ha cada uma. Dentro de cada sub-parcela foi atribuída uma ocupação de solo por vegetação nativa (Testemunha) e vegetação plantada nativa representada por Macambira *Bromelia laciniosa* (M); Xique-xique *Pilosocereus gounellei* (X) e vegetação plantada exótica representada por Agave ou Sisal *Agave sisalana* Embrapa Híbrido (A1); Aveloz *Euphorbia tirucalli* (A2); Palma Forrageira

¹ Tese de Doutorado em Recursos Naturais. UFCG. Intitulada...

Orelha de Elefante Mexicana *Opuntia stricta* (P) e Capim Buffel var. Grass *Cenchrus ciliaries* (CB) resultando em duas sub-parcelas por cada cultura conforme a (v. **Figura 4**).

Não foi realizado nenhum tipo de adubação nem de perturbação do solo tipo escarificação, aração, gradagem. Exceto o coveamento e o valetamento para plantio das mudas e materiais de propagação assexuada (clones). A parcela conhecida como “Açude” foi instalada em março de 2012.

Coleta de dados

Após quatro anos de isolamento e plantio, no ano de 2016 foi realizado o monitoramento das possíveis alterações nas características físicas e químicas dos solos. Como não houve expressivo repovoamento da área pelas culturas plantadas onde, inclusive, algumas não sobreviveram como o Aveloz denominou-se as sub-parcelas plantadas de áreas **Perturbadas**, permanecendo a nomenclatura **Testemunha** para as sub-parcelas com alguma vegetação nativa e **Externa Acima** e **Externa Abaixo** para áreas pouco acima e pouco abaixo da parcela.

Para tanto, em cada sub-parcela Perturbada, Testemunha, Externa Acima e Externa Abaixo foram realizada duas coletas de solo a uma profundidade de 0,20 m compondo uma amostra composta. Duas amostras compostas foram obtidas nas áreas exteriores acima da parcela e abaixo da parcela perfazendo um total de dezesseis amostras de solos sendo quatorze dentro da parcela e duas fora da parcela. (v. **Figuras 5 e 6**).

As amostras obtidas das sub-parcelas plantadas foram caracterizadas como Internas Perturbadas. Já as amostras oriundas das áreas testemunhas foram nomeadas de Internas Testemunhas e as amostras obtidas das áreas externas limítrofes as parcelas foram denominadas de Externas.

Análise de dados

As amostras de solos foram enviadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, localizado na cidade de Areia (PB). A correlação, comparação e análise dos resultados, foram realizadas conforme especificam os manuais técnicos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 1972; 2006). Os

resultados foram analisados para efeito de verificação de possíveis modificações pelo simples isolamento (Testemunhas) ou introdução de culturas além da comparação com a área circunvizinha não sujeita a isolamento nem plantio.

Para as análises físicas foram obtidos valores para Areia em percentagem; Silte em percentagem; Argila em percentagem; Densidade de Solo em g/cm^3 . Determinando a densidade do solo pelo método do torrão parafinado, e a composição granulométrica, pelo método do densímetro (Embrapa, 1997), sendo a fração areia separada por peneiramento.

As análises químicas constaram de Cálcio (Ca) em $\text{cmol}_c/\text{dm}^{-3}$; Magnésio (Mg) em $\text{cmol}_c/\text{dm}^{-3}$; Sódio (Na) em $\text{cmol}_c/\text{dm}^{-3}$; Potássio (K) em mg/dm^{-3} ; Hidrogênio (H) em $\text{cmol}_c/\text{dm}^{-3}$; Alumínio (Al) em $\text{cmol}_c/\text{dm}^{-3}$; Fósforo (P) em mg/dm^{-3} ; Soma de Bases Trocáveis (SB) em $\text{cmol}_c/\text{dm}^{-3}$; Capacidade de Troca Catiônica (CTC) em $\text{cmol}_c/\text{dm}^{-3}$; Matéria Orgânica (MO) em g/Kg^{-1} .

Tanto os resultados das análises químicas como das análises físicas foram comparados com os obtidos por Maracajá (2013) para efeito de verificação de alguma mudança obtida pelo isolamento da área. Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas Microsoft Office Excel 2007 obtendo-se valores totais e medianos para a confecção de tabelas.

Resultado e Discussão

Análise física

Na análise física do solo, em relação à análise granulométrica a **Parcela** localizada em uma **área de degradação intermediária**² predominou a textura **Franco Arenosa** tanto nas amostras internas quanto externas, apresentando a mesma classificação ao comparar-se com a de Maracajá (2013) (**v. Tabela 1**).

A textura é uma das propriedades mais consistente do solo e é um índice útil de várias outras propriedades que determinam uma potencialidade agrícola do solo, sua compreensão é importante, pois há inferências diretas no manejo dos solos. Os teores de areia, silte e argila no solo influem inteiramente no ponto de ligação aos implementos de preparo do solo. Como ha de se averiguar, a textura pode variar ou não ao longo do perfil. É considerável também para fins de classificação de solos. (REINERT & REICHERT, 2006).

Constitui um dos atributos físicos mais importantes do solo possuindo a capacidade de influenciar a maioria das propriedades físicas e químicas (LORENZO, 2010).

Reinert & Reichert (2006) observaram que “*duas propriedades físicas, hierarquicamente mais importantes, referem-se a textura do solo, que é definida pela distribuição de tamanho de partículas, e a estrutura do solo definida pelo arranjo das partículas em agregados*” e que “*a classe textural é determinada pela distribuição do tamanho de partículas e juntamente com o tipo de argila marcadamente afetam outras propriedades físicas como a drenagem e a retenção de água, a aeração e a consistência dos solos*”.

Ainda Reinert & Reichert (2006) verificaram que:

A classe textural de um solo é uma característica importante de um solo porque varia muito pouco ao longo do tempo. A mudança somente ocorrerá se houver mudança da composição do solo devido à erosão seletiva e/ou processos de intemperismo, que ocorrem em escala de séculos a milênios. Portanto, o uso e o manejo do solo

² Na Pesquisa de Maracajá (2013) foram instaladas três parcelas denominadas de Degradação Baixa; Degradação Intermediária e Degradação Alta. A Parcela em estudo é a denominada Degradação Intermediária.

afetam muito pouco a textura de um solo, implicando no fato que em nível de propriedade rural, em área com classe textural similar, as variações da qualidade física estão associadas à variação de outras propriedades físicas.

Um solo dificilmente é constituído de apenas uma fração granulométrica e as diferentes combinações de areia, silte e argila quando locadas no Triângulo Textural originam diversas texturas. Os solos Franco Arenosos são aqueles que apresentam entre 50,0% - 80,0% de areia e entre 0,0% - 20,0% de argila.

Para Reinert & Reichert (2006) “*a classe textural é determinada pela distribuição do tamanho de partículas e juntamente com o tipo de argila marcadamente afetam outras propriedades físicas como a drenagem e a retenção de água, a aeração e a consistência dos solos*” e que “*a textura e a estrutura dos solos explicam em grande parte o tipo, tamanho, quantidade e continuidade dos poros*” incluindo a consistência, a área superficial e a arquitetura do sistema poroso muito associados ao armazenamento e disponibilidade da água bem como a habilidade dos solos de deixar passar água na sua matriz para camadas profundas.

A FUNCEME são solos:

moderadamente profundos a rasos, tendo, de modo geral, sequência de horizontes A, Bt e C, com espessura do A + Bt , entre 30 e 90cm, **textura arenosa ou média**, no horizonte A e **média ou argilosa**, no Bt , mudança textural abrupta do A para o Bt (transições planas e abruptas ou claras), relação textural de 1,5 a 4,0 e, freqüentemente, apresentado descontinuidade quanto à natureza do seu material originário, entre os horizontes superficiais e subsuperficiais.

Silans et al (2006) em um experimento em solo Luvisolo Crômico em São João do Cariri, Paraíba verificou a textura franco-arenosa em todas as profundidades estudadas.

Densidade do solo

A Densidade de Solo é definida como sendo a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca a 105°C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros. Sob condições de estrutura comparáveis, quanto mais argilosos o solo, menor sua densidade (COOPER & MAZA, 2002).

Quanto a Densidade de Solo da área pesquisada os maiores valores encontrados equivaleram as **Internas Pertubadas** (1,77 g/cm⁻³) e os menores valores para as áreas **Externas** (1,42 g/cm⁻³). Maracajá (2013) obteve valores maiores para **Internas Testemunhas** (1,28 g/cm⁻³) e menores valores para as áreas Internas Pertubadas (1,25 g/cm⁻³) e **Externas** (1,25 g/cm⁻³) (v. **Tabela 2**).

Enquanto a textura é considerada como de pouca variação ao longo do tempo pode-se observar que entre o período analisado por Maracajá (2013) e o da pesquisa houve alteração para mais em termos de valores de densidade de solo podendo-se observar o percentual de 11,97% para a área Externa; 26,85% para a área Testemunha e 29,37% para a área Perturbada.

Silans et al (2006) encontraram para a camada de 0,20 m em Luvisolo Crômico em São João do Cariri, densidade mediana de solo de 1,43 g/cm⁻³. Valores bem próximos aos encontrados na pesquisa para a área Externa. Santos et al (1992) encontraram em Luvisolo, em Paranamirim, PE, valores de 1,41 g/cm⁻³. Cooper & Maza (2002) indicaram para solos arenosos densidades de 1,25 a 1,60 g/cm⁻³; solos argilosos, de 0,90 a 1,25 g/cm⁻³; solos húmicos, de 0,75 a 1,00 g/cm⁻³; solos turfosos de 0,20 a 0,50 g/cm⁻³.

Para Reiner & Reichert (2006) o uso principal da densidade do solo é como indicador da compactação, assim como medir alterações da estrutura e porosidade do solo. Os valores normais para solos arenosos variam de 1,20 a 1,90 g/cm⁻³, enquanto solos argilosos apresentam valores mais baixos, de 0,9 a 1,7 g/cm⁻³. Valores de densidade associados ao estado de compactação com alta probabilidade de oferecer riscos de restrição ao crescimento radicular situam-se em torno de 1,65 g/cm⁻³ para solos arenosos e 1,45 g/cm⁻³ para solos argilosos.

Considerando que os solos Franco Arenosos apresentam maior proporção de areia e tomando-se como referência os valores mínimos de 1,20 g/cm⁻³ a 1,90 g/cm⁻³ para solos

arenosos (REINER & REICHERT, 2006) pode-se observar que apesar da elevação dos valores entre 2012 e 2016 as áreas encontram-se sem problemas de compactação e que as alterações observadas podem ter sido em função da própria dinâmica do solo e das precipitações ocorridas encontrando o solo desnudo. Entretanto, servem de alerta para o monitoramento da degradação visto que, FUNCEME (s.d.) observaram que em *“Luvisolos Crômicos a erosão laminar muitas vezes chega a ser severa ou em sulcos repetidos ocasionalmente ou com frequência, principalmente quando vérticos”*.

O aumento na densidade de solo pode inclusive explicar a pouca regeneração natural observada na parcela pelo fato do banco de sementes não encontrar área propícia à germinação mesmo estando dentro de padrões normais de densidade.

Análise química

Os solos do tipo Luvisolo Crômico, ocorrem em todos os Estados do Nordeste sob vegetação de Caatinga, apresentando um pH de 6,0 e 7,0, ou seja, variam entre moderadamente ácido a neutro. As áreas onde predominam este tipo de solo perfazem um total de 98.938 km², constituindo assim 13,3% da Região Nordeste (JACOMINE, 1996). Eles se caracterizam por serem pouco profundos, com horizonte A fraco, de cor clara, pouco espessa, maciça ou com uma estrutura fracamente desenvolvida. Variam entre levemente ácidos e neutros, porém, com uma elevada saturação das bases (CUNHA et al., 2010).

Sobre a desertificação e a sua relação com fertilidade dos solos, Souza et al. (2009), fazem a seguinte afirmação: Como o conceito de desertificação nos encaminha para a degradação das terras nas zonas de clima seco e a retirada da vegetação é a ação mais comum que pode desencadear esse processo, espera-se que algumas das suas consequências mais sérias estejam relacionadas aos solos das regiões afetadas, em decorrência do aumento da erosão e os seus efeitos na fertilidade.

Quanto ao pH para a área pesquisada variou de 7,25 (Interna Testemunha Pesquisa) a 7,90 (Externa Pesquisa) confirmando a tendência alcalina da área já evidenciada por Maracajá (2013) que encontrou valores menores na Interna Perturbada (7,37) e maiores na Interna Testemunha (7,45) (v. **Tabela 3**).

Quando comparados os dados da pesquisa com os de Maracajá (2013) houve acréscimo de valor de pH para a área Perturbada (2,84%) e para a área Externa (6,90%) e decréscimo para a área Testemunha (2,68%).

Para a FUNCEME (s.d.) os Luvisolos Crômicos apresentam-se com reação moderadamente ácida a, praticamente, neutra, ou mesmo moderadamente alcalina. Pereira (2008) encontrou valores de pH de 6,53 para áreas degradadas de Luvisolos Crômicos nas condições do Cariri Paraibano. Correa et al (2003) encontrou valores de pH de 5,36 em Luvisolo no município de Sousa no Semiárido Paraibano. Sousa (2006) encontrou valores de pH de 6,8 a 6,9 em Luvisolo no município de São João do Cariri, PB.

O elemento **Fósforo (P)** variou de forma crescente de 6,66 mg/dm³ (**Externa Pesquisa**); 10,66 mg/dm³ (**Interna Testemunha**) a 11,89 mg/dm³ (**Interna Perturbada**). Já Maracajá (2013) encontrou valores crescentes apenas para Externa (2,19 mg/dm³) e Perturbada (2,22 mg/dm³). (v. **Tabela 4**).³ Esse aumento pode ser devido o extrator usado na metodologia pra solos do semiárido que pode está extraído outras formas de P que não o biodisponível. Este solo também pode conter o mineral opatita que é a fonte de fósforo.

A disponibilidade de P no solo é influenciada pelos fenômenos de adsorção, precipitação do fósforo inorgânico (Pi) e mineralização do fósforo orgânico (Po) (DUDA, 2000). O grau de intemperismo também pode modificar os teores de P disponível, pois o aumento deste ocasionará uma elevação no caráter-dreno-P no solo (NOVAIS; SMYTH, 1999). De acordo com Novais e Smyth (1999), o acúmulo de matéria orgânica no solo favorece a mineralização lenta do Po, garantindo assim o suprimento deste nutriente. Neste sentido, Souza et al. (2007), avaliando as formas de fósforo, verificaram que a calagem e a adubação orgânica promovem incrementos em todas as formas de fósforo.

A disponibilidade máxima do fósforo geralmente acontece em uma faixa de pH de 6,0 a 7,0 (MOSAICO FERTILIZANTES 2014/2015). Silveira et al. (2006) encontraram para Luvisolo valores de pH de 5,5 +- 0,5 em profundidades de até 0,20 m.

³ Os valores discrepantes entre os resultados da pesquisa e os de Maracajá (2013) podem ser explicados por rotinas laboratoriais distintas.

Para Broch & Rano (2012) teores de P para solos com teor de argila maior que 60,0 % e maiores que 6,0 mg/dm³ são considerados altos. Para a pesquisa todas as amostras apresentaram teores maiores do que o observado destacando a áreas Interna Perturbada. Entretanto, para os valores de Maracajá (2013) os valores para Perturbadas e Externas podem ser considerados baixos e para a Testemunha considerada muito baixa.

Santos et al (1992) encontraram em Luvissole, em Parnamirim, PE, valores de P de 23,80 mg/dm³. Tanto os valores de P da pesquisa como os de Maracajá (2103) mostraram-se superiores aos encontrados por Sousa (2006) que encontrou teores de 1,02 a 1,04 mg/kg em Luvissole no município de São João do Cariri, PB.

Silveira et al (2006) em estudos com fósforo nos Semiáridos da Paraíba e Pernambuco verificaram que P total (somatório das frações) variou de 52 a 1.625 mg kg⁻¹, estando a maioria dos solos na faixa entre 100 e 200 mg kg⁻¹, na camada de 0–20 cm, com uma grande variabilidade entre as ordens e dentro delas. Grande variabilidade foi encontrada também para qualquer das frações. De modo geral, Neossolos Flúvicos, Vertissolos, Luvissoles e Cambissolos tiveram os maiores valores de P. Correa et al. (2003) obtiveram valores de 12 mg/kg em Luvissole no Semiárido Paraibano. Resultados que se assemelharam aos das amostras Perturbadas da pesquisa.

Quanto aos teores de **Potássio** (K) na área pesquisada os valores crescentes observados foram das amostras **Externas** (95,9 mg/dm³); **Perturbada** (112,2 mg/dm³) e Testemunha (125,4 mg/dm³). Maracajá (2013) encontrou a sequência **Perturbada** (0,05 mg/dm³); **Testemunha** (0,06 mg/dm³) e Externa (0,16 mg/dm³) (v. **Tabela 5**).⁴

Cerca de 90,0% a 98,0% do potássio total do solo está na forma de minerais como ortoclásio, moscovita, biotita e leucita. Do potássio prontamente disponível (1,0% - 2% do total) cerca de 10,0% está na solução do solo e o restante está na forma fixada, isto é, não disponível às plantas (SENGIK, 2003).

⁴ Os valores discrepantes entre os resultados da pesquisa e os de Maracajá (2013) podem ser explicados por rotinas laboratoriais distintas.

Valores de K de 0,16 cmolc/kg foram encontrados por Correa et al (2003) em Luvissolo no Semiárido Paraibano.

O potássio por ser bastante móvel no solo é facilmente lixiviado em solos com baixa CTC como, por exemplo, em solos arenosos. Seu teor no solo, considerado como médio é de 0,10 a 0,30 cmol/kg (SENGIK, 2003). Para as amostras da pesquisa os valores se mostraram muito elevados, entretanto para as amostras de Maracajá (2013) apenas a amostra Externa se apresentou como de teor mediano de K. Já para Broch & Rano (2012) os teores de K de todas as amostras de Maracajá (2013) apresentaram-se como baixos e os da pesquisa podem ser considerados como altos.

Santos et al (1992) encontraram em Luvissolo, em Parnamirim, PE, valores de K de 0,32 mg/dm³ superiores aos encontrados por Maracajá (2013) e inferiores aos encontrados na pesquisa. Tanto os valores de K da pesquisa como os de Maracajá (2103) mostraram-se superiores aos encontrados por Sousa (2006) que encontrou teores de 1,02 a 1,04 mg/kg em Luvissolo no município de São João do Cariri, PB.

Os solos afetados por sais ocorrem geralmente nas regiões semiáridas do Brasil em que são observadas condições de elevadas taxas de evapotranspiração e baixa precipitação pluvial ao longo do ano, que contribuem para a presença de solos de caráter sódico e solódico, os quais se formam em consequência da salinização primária, resultante do processo natural da ação do intemperismo sobre as rochas e minerais primários presentes no solo (RICHARDS, 1954; OLIVEIRA, 1997).

Os teores de sódio encontrados nas amostras variaram de 0,22 cmolc/dm⁻³ (**Testemunha**); 0,26 cmolc/dm⁻³ (**Externa**) e 0,29 cmolc/dm⁻³(**Perturbadas**). Maracajá (2013) obteve a mesma sequencia com os valores 0,49 cmolc/dm⁻³(**Testemunha**); 0,53 cmolc/dm⁻³(**Externa**) e 0,60 cmolc/dm⁻³ (**Perturbadas**). (v. Tabela 6)

Valores inferiores ao da pesquisa em teores de Na (0,12 cmolc/kg) foram encontrados por Correa et al (2003) em Luvissolo em Sousa no Semiárido Paraibano.

Comparando os dados de Maracajá (2013) com os da pesquisa houve redução dos teores de Na em 51,66% para amostras Perturbadas; 55,10% para amostras Testemunha e 50,94% para as amostras Externas. O que significa que durante os anos de 2012 e 2016 houve uma dinâmica positiva com relação aos teores de Na. Parte desta dinâmica pode ser explicada em razão da redução de chuvas no período de 2012 a 2016 no município como pode ser observado no **quadro 1**.

Molinier et al (1989) apud Suassuna (s.d.), trabalhando em parcela de solo Bruno não Cálculo Vértico, na região de Sumé (PB), situado nos Cariris Velhos da Paraíba, observaram que a água da chuva após escoamento superficial, tem um acréscimo na concentração salina de até 4 vezes. No mesmo solo, após infiltração de 0,80 m, esta concentração pode alcançar níveis superiores a 50 vezes.

Santos et al (1992) encontraram em Luvissolo, em Parnamirim, PE, valores de Na de 0,09 meq/100g inferiores aos encontrados por Maracajá (2013) e aos encontrados na pesquisa.

Os valores de Na da pesquisa e Maracajá (2013) mostraram-se muito inferiores aos encontrados por Sousa (2006) que encontrou teores de 23,8 a 22,8 mg/kg em Luvissolo no município de São João do Cariri, PB.

Para os teores de **Hidrogênio e Alumínio** ($H + Al^3$) não foram encontrados teores nas amostras. Maracajá (2013) não encontrou valores para nenhuma das amostras. (v. **Tabela 7**). Valores de H^+ de 4,16 cmolc/kg foram encontrados por Correa et al (2003) em Luvissolo no Semiárido Paraibano bem superiores aos encontrados na área pesquisada.

O Al é reconhecidamente um elemento tóxico para muitas espécies de plantas, embora alguns trabalhos tem-se mostrado que em baixas concentrações ele tem efeito benéfico (CAMARGOS, 2005).

Em **nenhuma das amostras** da pesquisa foram encontrados teores de **Alumínio** o mesmo ocorrendo com os dados obtidos por Maracajá (2013) (v. **Tabela 8**). Correa et al (2003) não observaram valores de Al em Luvissolo no Semiárido Paraibano.

O conteúdo de cálcio no solo é função do material de origem do mesmo (rocha), sendo influenciado pela sua textura, teor de matéria orgânica e pela remoção das culturas. Solos arenosos, com baixos teores em matéria orgânica, lixiviados e erodidos, são potencialmente pobres em cálcio (SENGIK, 2003).

Na Tabela 9 sequência de valores relacionados aos teores de Ca para a área pesquisada foi de 3,80 cmolc/dm⁻³ (**Externa**); 4,18 cmolc/dm⁻³ (**Perturbadas**) e 4,77 cmolc/dm⁻³ (**Testemunha**). Maracajá (2013) encontrou a sequência 11,64 cmolc/dm⁻³ (**Testemunha**); 11,73 cmolc/dm⁻³ (**Externa**) e 12,96 cmolc/dm⁻³ (**Perturbadas**). (v. Tabela 9).⁵

Para Sengik (2003) teores de cálcio no solo entre 2,0 a 4,0 cmolc/dm³ podem ser considerados como médio (SENGIK, 2003). Teores de 7,0 cmolc/kg de Ca foram encontrados por Correa et al (2003) em Luvisolo no Semiárido Paraibano e bem superiores aos encontrados na pesquisa. Santos et al (1992) encontraram em Luvisolo, em Parnamirim, PE, valores de Ca de 4,92 meq/100g inferiores aos encontrados por Maracajá (2013) e superiores aos encontrados na pesquisa.

O valor de Ca da pesquisa amostra Testemunha mostrou-se superior ao encontrado por Sousa (2006) que observou teores de 4,49 a 4,55 mg/kg em Luvisolo no município de São João do Cariri, PB. Já os valores das amostras Perturbadas e Externa mostraram-se inferiores.

O magnésio é adsorvido aos colóides do solo como íon bivalente positivo (Mg⁺⁺), com comportamento muito similar ao cálcio (SENGIK, 2003). Os teores de magnésio constantes na Tabela 10 obedeceram a sequência **Externas** (2,11 cmolc/dm⁻³); **Testemunhas** (2,60 cmolc/dm⁻³) e **Perturbadas** (2,75 cmolc/dm⁻³). Para Maracajá (2013) a sequência encontrada foi 11,25 cmolc/dm⁻³ (Testemunhas); 11,83 cmolc/dm⁻³ (Externas) e 13,14 cmolc/dm⁻³ (Perturbadas). (v. Tabela 10).⁶

Os valores de Mg da pesquisa foram superiores aos de 1,5 cmolc/kg de Ca encontrados por Correa et al (2003) em Luvisolo no Semiárido Paraibano. Santos et al (1992) encontraram em Luvisolo, em Parnamirim, PE, teores de Mg de 3,00 meq/100g inferiores aos encontrados por Maracajá (2013) e superiores aos encontrados na pesquisa. O

⁵ Os valores discrepantes entre os resultados da pesquisa e os de Maracajá (2013) podem ser explicados por rotinas laboratoriais distintas.

⁶ Os valores discrepantes entre os resultados da pesquisa e os de Maracajá (2013) podem ser explicados por rotinas laboratoriais distintas.

teor de magnésio trocável que pode ser considerado como médio é de 0,4 a 0,8 cmolc/dm³ de solo (SENGIK, 2003). Valores inferiores aos obtidos tanto nos resultados da pesquisa como de Maracajá (2013).

O valor de Mg da pesquisa em todas as amostras mostrou-se inferior ao encontrado por Sousa (2006) que observou teores de 3,29 a 3,33 mg/kg em Luvisso solo no município de São João do Cariri, PB.

Guerra & Chaves (2006) informaram que os cátions atraídos pelas cargas negativas dos colóides do solo são chamados cátions trocadores, estão retidos por forças eletrostáticas e podem ser deslocados reversivamente por outros cátions da solução do solo e que a CTC – Capacidade de Troca Catiônica - refere-se à quantidade de cátions trocáveis em um solo por unidade de peso, variando com a composição mineralógica, o teor de matéria orgânica, o pH e a adsorção específica de ânions.

Segundo Ronquim (2010) a capacidade de troca de cátions (CTC) de um solo, de uma argila ou do húmus representa a quantidade total de cátions retidos à superfície desses materiais em condição permutável ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$) e que:

A capacidade de troca iônica dos solos representa, portanto, a graduação da capacidade de liberação de vários nutrientes, favorecendo a manutenção da fertilidade por um prolongado período e reduzindo ou evitando a ocorrência de efeitos tóxicos da aplicação de fertilizantes. Se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions essenciais como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} , pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas. Por outro lado, se grande parte da CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H^{+} e Al^{3+} este será um solo pobre. Um valor baixo de CTC indica que o solo tem pequena capacidade para reter cátions em forma trocável; nesse caso, não se devem fazer as adubações e as calagens em grandes quantidades de uma só vez, mas sim de forma parcelada para que se evitem maiores perdas por lixiviação.

Segundo Prado valores de CTC entre 4-8 cmol_c/dm⁻³ são considerados médios. Já para a Soma de Bases Trocáveis Roquim (2010) observou que “*representa a soma dos teores de cátions permutáveis, exceto H⁺ e Al³⁺ onde (SB = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺).*”

Os valores de Soma de Base Trocáveis – SB para a área pesquisada variaram de 6,41 (Externas); 7,50 (Perturbadas) e 7,92 (Testemunhas) apresentando-se idênticos aos obtidos para a Capacidade de Troca Catiônica – CTC.(v. **Tabela 11**).

Santos et al (1992) verificaram que os Luvisolos apresentam-se como:

Solos pouco profundos, característicos de trechos dissecados de relevo suave ondulado. Têm mudança textural abrupta e altos valores para a soma de bases e capacidade de troca de cátions. Têm caráter solódico e intensa pedregosidade superficial.

Os valores de Soma de Base Trocáveis – SB para a área pesquisada variaram de 6,41 (Externas); 7,50 (Perturbadas) e 7,92 (Testemunhas) apresentando-se idênticos aos obtidos para a Capacidade de Troca Catiônica – CTC que por sua vez apresentou-se com valores medianos.

Os valores de SB da pesquisa em todas as amostras mostrou-se inferior ao encontrado por Sousa (2006) que observou teores de 8,27 a 8,11 cmol_c/ kg⁻¹ em Luvisolo no município de São João do Cariri, PB.

A matéria orgânica - M.O. tem o poder de influenciar positivamente as características físicas (densidade, porosidade), químicas (liberação e fixação de nutrientes, regulação do pH, etc.) e biológica (fonte de alimento e substrato para o desenvolvimento de micro-organismos, etc.) do solo. Ela tem papel fundamental na melhoria de sua fertilidade e, também, no aumento da produtividade vegetal (SENGIK, 2003).

Houve sensível redução dos teores de M.O. no período de 2012 a 2016 onde nas amostras Perturbadas Pesquisa evidenciou-se uma perda de 32,35%; nas Testemunhas Pesquisa uma perda de 40,11% e nas Externas Pesquisa de 46,16%.

Na tabela 12 podem ser encontrados os valores de Matéria Orgânica das amostras. As amostras **Externas** apresentaram valores medianos de 5,96 g/kg⁻¹ seguidas das amostras **Perturbadas** com 5,75 g/kg⁻¹ e amostras **Testemunha** com 5,15 g/kg⁻¹. (v. Tabela 12).

Maracajá (2013) encontrou a sequência de maiores teores para menores teores a partir das amostras Externas (11,07 g/kg⁻¹); Testemunhas (8,60 g/kg⁻¹) e Perturbadas (8,50 g/kg⁻¹).

Os aumentos da densidade de solo observados e a redução dos teores de K e Ca podem estar associados às reduções de M.O. em todas as amostras analisadas. De acordo com (SENGIK, 2003) a adubação orgânica permite abaixar a densidade do solo, tal efeito acontece devido à densidade da M.O ser menor que a do solo (mineral). Um solo com boa densidade significa um solo com boa aeração e, que permite as raízes se desenvolvam bem e, dessa forma, absorvam água e oxigênio com mais facilidade. As reações químicas da matéria orgânica produzem elementos capazes de reter nutrientes no solo, tais como: o potássio, cálcio, amônio, ferro, zinco, cobre, manganês. Dessa forma, ela evita a perda desses nutrientes durante a lavagem do solo pelas águas das chuvas.

Sobre os Luvisolos do estado da Paraíba Cavalcante et al (2005) observaram que:

“... nos Luvisolos hipocrômicos órticos típicos a mecanização agrícola é severamente limitada não só pelo relevo, que varia de ondulado a forte ondulado, como também pela pequena espessura destes solos e grande susceptibilidade à erosão. No caso de utilização agrícola, faz-se necessária, principalmente, a escolha de áreas de menor declividade, tomando algumas medidas como: controle da erosão, considerando-se também que a limitação pela falta d'água é forte. Sua utilização deve ser dirigida no sentido da pecuária e os trechos mais acidentados da área devem ser mantidos com vegetação natural. E para os Luvisolos crômicos órticos típicos tendo em vista as condições do solo e o clima regional, a indicação é para o

aproveitamento com pecuária é indicado, desde que sejam feitas reservas de forragens para o período seco, bem como seja intensificado o cultivo de palma forrageira, além do aproveitamento intensivo das vazantes.

Considerando as observações acima é interessante a continuidade do isolamento da área incluindo as etapas de conservação de solo e água e a ocupação por forrageiras nativas ou exóticas adaptadas isto é corroborado por Sousa (2006), em estudo em área de Luvisolo e Vertissolo próxima a da pesquisa quando observou que:

Não foi possível constatar efeito das classes de vegetação sobre a fertilidade do solo, mas houve influência do grau de cobertura vegetal, destacando-se o maior teor de bases nas áreas sob a cobertura densa. Isto sugere que o manejo e a recuperação da vegetação degradada são importantes para manutenção da fertilidade do solo e para redução da degradação ambiental provocada pelo desmatamento e queima da cobertura vegetal, que são práticas comumente adotadas na região. O COT (carbono orgânico total) e a MOPL(foram influenciados pelo relevo e os maiores teores encontravam-se predominantemente nas áreas planas. Uma vez que a maior parte das áreas de relevo suave ondulado encontrava-se sob vegetação degradada, o que sugere, a necessidade de recuperação do estrato arbóreo/arbustivo para que haja melhor proteção ao solo e maiores aportes e retenção de matéria orgânica nas áreas com relevo suave ondulado.

Referências

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Dados Sobre Perímetro e Geoprocessamento. 2006. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br/>. Acessado em 10-08-2006.
- Barbosa, M. R. V.; Lima, I. B.; Lima, J. R.; Cunha, J. P.; Agra, M. F.; Thomas, W. W. Vegetação e flora no Cariri Paraibano. *Oecologia Brasiliensis*, v.11, n.3, p.313-322, 2007.
- BRASIL/Ministério do Meio Ambiente (MMA). Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAN-Brasil. Edição Comemorativa dos 10 anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – CCD. Brasília: MMA, 2004, p. 15-55.
- BROCH, L. D.; RANNO, K. S.; Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012. cap. 6, p. 3-39.
- CAMARGOS, L. S.; Conceito sobre Fertilidade e Produtividade, 2005. cap. 1, p. 1 – 41.
- Caracterização dos processos degradacionais no Município de São João do Cariri, PB/Eduardo Rubens de Medeiros. - João Pessoa, 2006. 42p.
- CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA CAATINGA – CNRBC. Cenários para o Bioma Caatinga. Recife, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2004. 283p.
- CONTI, J. B. Desertificação nos trópicos: proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste brasileiro. 271 f. Tese de Livre-Docência (Programa de Pós-Graduação em Geografia) - USP, São Paulo, 1995.
- CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS DE COMBATE À DESERTIFICAÇÃO. Tradução: Delegação de Portugal. Lisboa: Instituto de Promoção Ambiental, 1995.
- COOPER, M.; VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F. Stratigraphical discontinuities, tropical landscape evolution and soil distribution relationships in case study in SE-Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.26, p.673-683, 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Documento 1. 2ª ed. Rio de Janeiro:EMBRAPA/CNPS, 1997,212 p.

DUDA, G. P. Conteúdo de fósforo microbiano, orgânico e biodisponível em diferentes classes de solos. 2000. 158 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FIGUEIREDO, Vânia Santos. Perspectivas de recuperação para áreas em processo de desertificação no semiárido da Paraíba – Brasil. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. En línea. Barcelona: Universidad de Barcelona, 10 de octubre de 2013, vol. XVII, nº 453. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-453.htm>>. ISSN: 1138-9788.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Jo%C3%A3o_do_Cariri>. Acesso em 20 de Setembro de 2016.

<<http://msg.funceme.br:8082/funceme/categoria1/meio-ambiente-1/solos-1/brunos-nao-calccicos>>. Acesso em 20 de Julho de 2017.

<<https://marianaplorenzo.com/2010/10/15/pedologia-textura-do-solo/>>. Acesso em 20 de Julho de 2017.

<<http://www.nutricaoesafras.com.br/fosforo#phosphorus-placement>> Acesso em: 20 de Julho de 2017.

><http://www.pedologiafacil.com.br/enquetes/enq23.php>> Acesso em 20 de Juho de 2017.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob Caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E.; FONTES, M. P. F. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG: SBCS, 1996. p. 95-133.

MARACAJÁ, Napoleão de Farias. Percepções e ações em desertificação no município de São João do Cariri. Semiárido Paraibano. Campina Grande. Paraíba. 02 de março de 2014. UFCG. CTRN. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

MOREIRA, E. de R. F.(org.). Mesorregiões e Microrregiões da Paraíba: delimitação e caracterização. João Pessoa: GAPLAN, 1988, 74 p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa-MG: UFV, 1999. 399 p

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R. et al. (Ed.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap.1, p.1-35.

PAN BRASIL. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF. p. 213. 2005.

PEREIRA, D.D. Cariris Paraibanos: do sesmarialismo aos assentamentos de reforma agrária. Raízes da desertificação? Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008. 341f.

REINET, J. D.; REICHERT, M. J.; Propriedades Físicas do Solo . Santa Maria, 2006.

RICHARDS, L. A. (Ed.). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: U. S. Department of Agriculture, 1954. 160 p. (Handbook, 60).

RONQUIN, C. C.; Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.

SÁ, Iêdo Bezerra et alii. Zoneamento das áreas em processo de degradação ambiental no Trópico Semi-árido do Brasil. Petrolina: CPATSA, 1994.

SÁ, Iêdo Bezerra. Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semi-árido brasileiro. Fortaleza: 1994. (Trabalho apresentado na Conferência Nacional e no Seminário Latino-americano de Desertificação, realizados em Fortaleza, Ceará, no período de 07 a 11 de março de 1994.)

SAADI, A. Os sertões que viram desertos. B. Inf. SBCS, 25:1:10-17, 2000.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. do S. B. Desertificação no nordeste do Brasil. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30, 2005. Recife: UFPE/SBCS, 2005a.

SAMPAIO, E.V.S.B. & SAMPAIO, Y. Desertificação: conceitos, causas, conseqüências e mensuração. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2002. 85p.

SANTOS, A .V. F. M.; RIBEIRO, R. M.; SAMPAIO, B. S. V. E.; Semelhanças vegetacionais em sete colos da caatinga.

SENGIK, E. S.; Os Macronutrientes e os micronutrientes das plantas, 2003.

SILANS, P. A.; SILVA, M. F.; BARBOSA, R. A. F.; Determinação *in Loco* da difusividade térmica num solo da região de Caatinga (PB). Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol.30 no. 1 Viçosa Jan./Feb. 2006.

SILVEIRA, L. M. M.; ARAÚJO, B. S. M.; SAMPAIO, B. S. V. E.; Distribuição de fósforo em diferentes ordens de solo do semi-árido da Paraíba e de Pernambuco. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol.30 no. 2 Viçosa Mar./Apr. 2006.

SOUSA, C. S. M. S.; Relação entre vegetação, relevo, fertilidade do solo e matéria orgânica em bacia hidrográfica de região semi-árida. 2006.81.Dissertação. CCA/UFPB.

SOUZA, B. I.; SUERTEGARAY, D. M. A.; LIMA, E. R. V. de. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri paraibano. Mercator, v. 8, p. 217-232, 2009.

SOUZA, R. F. et al. Formas de fósforo em solos sob influência da calagem e adubação orgânica. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 31, p. 1535-1544, 2007.

SUASSUNA, J.; O Processo de Salinização das Águas Superficiais e Subterrâneas no Nordeste Brasileiro .

VELOSO, A. G. et al. Ecorregiões Propostas para o Bioma caatinga. VELOSO, A. L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; PAREYN, F. G. C. (ed.) Recife: Associação de plantas de Nordeste Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 2002. 76p.

Legendas de Figuras

Figura 1. Microrregião do Cariri Oriental Paraibano e município de São João do Cariri. **p5.**

Figura 2. Área relativa à parcela estudada na localidade Açude em São João do Cariri. **p5.**

Figura 3. Solo do município de São João do Cariri. **p5.**

Figura 4. Croqui do experimento no Campo. **p6.**

Figuras 5. Coleta de amostras para análises química e física. **p6.**

Figuras 6. Coleta de amostras para análises química e física. **p6.**

Tabelas

Tabela 1. Textura dos solos das Parcelas. **p8.**

Amostra	Textura Pesquisa	Textura Maracajá (2013)
Parcela		
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Perturbada	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Testemunha	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Interna Testemunha	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Área Externa		
Externa Acima	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Externa Baixo	Franco Arenoso	Franco Arenoso

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri. 2016.

Tabela 2. Densidade do solo das Parcelas. **p10.**

Amostra	Densidade Solo g cm⁻³
Média Perturbadas Pesquisa	1,77
DP	0,03
CV%	1,69
Média Perturbadas Maracajá (2013)	1,25
DP	0,02
CV%	1,67
Média Testemunhas Pesquisa	1,75
DP	0,02
CV%	1,14
Testemunhas Maracajá (2013)	1,28
DP	0
CV%	0
Média Externas Pesquisa	1,42
DP	0,20
CV%	14,0
Média Externas Maracajá (2013)	1,25
DP	0,04

CV%	3,32
-----	------

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri (2016). Adaptado de Maracajá (2013).

Tabela 3. Valores de potencial hidrogeniônico (pH) na parcela em processo de recuperação de área degradada. **p11.**

Amostra	pH
Média Perturbada Pesquisa	7,58
DP	0,33
CV%	4,33
Média Perturbada Maracajá (2013)	7,37
DP	0,20
CV%	2,72
Média Testemunha Pesquisa	7,25
DP	0,05
CV%	0,69
Testemunhas Maracajá (2013)	7,45
DP	0,16
CV%	2,23
Média Externa Pesquisa	7,90
DP	0,00
CV%	0,00
Média Externa Maracajá (2013)	7,39
DP	0,18
CV%	2,53

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri (2016). Adaptado de Maracajá (2013).

Tabela 4. Valores de Fósforo (P) na parcela em processo de recuperação de área degradada. **p12.**

Amostra	mg dm ⁻³
Média Perturbada Pesquisa	11,89
DP	14,96
CV%	125,80
Média Perturbada Maracajá (2013)	2,22
DP	1,20
CV%	54,08
Média Testemunha Pesquisa	10,66
DP	4,39
CV%	41,18
Média Testemunha Maracajá (2013)	1,50
DP	0,55
CV%	36,76

Média Externa Pesquisa	6,66
DP	1,73
CV%	25,92
Média Externa Maracajá (2013)	2,19
DP	0,78
CV%	35,97

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri (2016). Adaptado de Maracajá (2013).

Tabela 5. Valores de Potássio (K) na parcela em processo de recuperação de área degradada. p13.

Amostra	mg dm⁻³
Média Perturbadas Pesquisa	112,2
DP	41,36
CV%	36,86
Média Perturbadas Maracajá (2013)	0,05
DP	0,02
CV%	58,16
Média Testemunhas Pesquisa	125,4
DP	1,81
CV%	1,44
Média Testemunhas Maracajá (2013)	0,06
DP	0,01
CV%	29,77
Média Externas Pesquisa	95,9
DP	29,00
CV%	30,21
Média Externas Maracajá (2013)	0,16
DP	0,03
CV%	21,26

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri (2016). Adaptado de Maracajá (2013).

Tabela 6. Valores de Sódio (Na) na parcela em processo de recuperação de área degradada. p14.

Amostra	cmolc dm⁻³
Média Perturbadas Pesquisa	0,29
DP	0,12
CV%	40,44
Média Perturbadas Maracajá (2013)	0,60
DP	0,19
CV%	31,88

Média Testemunhas Pesquisa	0,22
DP	0,04
CV%	18,18
Média Testemunhas Maracajá (2013)	0,49
DP	0,14
CV%	28,96
Média Externas Pesquisa	0,26
DP	0,01
CV%	1,96
Média Externas Maracajá (2013)	0,53
DP	0,24
CV%	45,08

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri (2016). Adaptado de Maracajá (2013).

Tabela 7. Valores de Hidrogênio mais Alumínio ($H^+ + Al^3$) na parcela em processo de recuperação de área degradada. **p15.**

Amostra	cmolc dm⁻³
Média Perturbadas Pesquisa	0,01
DP	0,05
CV%	331,66
Média Perturbadas Maracajá (2013)	0,00
DP	0,00
CV%	0,00
Média Testemunhas Pesquisa	-
DP	-
CV%	-
Média Testemunhas Maracajá (2013)	0,00
DP	0,00
CV%	0,00
Média Externas Pesquisa	-
DP	-
CV%	-
Média Externas Maracajá (2013)	0,00
DP	0,00
CV%	0,00

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri (2016). Adaptado de Maracajá (2013).

Tabela 8. Valores de Alumínio (Al) na parcela em processo de recuperação de área degradada. **p15.**

Amostra	cmolc dm⁻³
Média Perturbadas Pesquisa	0,00
DP	0,00
CV%	0,00
Média Perturbadas Maracajá (2013)	0,00
DP	0,00
CV%	0,00
Média Testemunhas Pesquisa	-
DP	-
CV%	-
Média Testemunhas Maracajá (2013)	0,00
DP	0,00
CV%	0,00
Média Externas Pesquisa	-
DP	-
CV%	-
Média Externas Maracajá (2013)	0,00
DP	0,00
CV%	0,00

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri (2016). Adaptado de Maracajá (2013).

Tabela 9. Valores de Cálcio (Ca) na parcela em processo de recuperação de área degradada. **p16.**

Amostra	cmolc dm⁻³
Média Perturbadas Pesquisa	4,18
DP	0,79
CV%	19,03
Média Perturbadas Maracajá (2013)	12,96
DP	2,51
CV%	19,39
Média Testemunhas Pesquisa	4,77
DP	1,42
CV%	29,77
Média Testemunhas Maracajá (2013)	11,64
DP	1,73
CV%	14,89

Média Externas Pesquisa	3,80
DP	0,40
CV%	10,53
Média Externas Maracajá (2013)	11,72
DP	3,96
CV%	33,81

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri (2016). Adaptado de Maracajá (2013).

Tabela 10. Valores de Magnésio (Mg) na parcela em processo de recuperação de área degradada. **p16.**

Amostra	cmolc dm⁻³
Média Perturbadas Pesquisa	2,75
DP	0,86
CV%	31,42
Média Perturbadas Maracajá (2013)	13,14
DP	1,51
CV%	11,51
Média Testemunhas Pesquisa	2,60
DP	0,35
CV%	13,46
Média Testemunhas Maracajá (2013)	11,25
DP	0,42
CV%	3,74
Média Externas Pesquisa	2,11
DP	0,27
CV%	12,80
Média Externas Maracajá (2013)	11,83
DP	2,49
CV%	21,05

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri (2016). Adaptado de Maracajá (2013).

Tabela 11. Valores de Soma de Bases Trocáveis (SB) Capacidade de Troca Catiônica (CTC) na parcela em processo de recuperação de área degradada. **p18.**

Amostra	SB cmolc dm⁻³	CTC cmolc dm⁻³
Média Perturbadas Pesquisa	7,50	7,51
DP	0,90	0,88
CV%	12,05	11,69
Média Testemunhas Pesquisa	7,92	7,92
DP	1,72	1,72
CV%	21,79	21,79

Média Externas Pesquisa	6,41	6,41
DP	0,74	0,74
CV%	11,54	11,54

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri (2016). Adaptado de Maracajá (2013).

Tabela 12. Valores de Matéria Orgânica (MO) na parcela em processo de recuperação de área degradada. **p19.**

Amostra	g kg⁻¹
Média Perturbadas Pesquisa	5,75
DP	2,27
CV%	39,41
Média Perturbadas Maracajá (2013)	8,50
DP	0,23
CV%	27,52
Média Testemunhas Pesquisa	5,15
DP	0,61
CV%	11,76
Média Testemunhas Maracajá (2013)	8,60
DP	0,21
CV%	25,52
Média Externas Pesquisa	5,96
DP	0,21
CV%	3,44
Média Externas Maracajá (2013)	11,07
DP	0,20
CV%	19,14

Fonte: Pesquisa de Campo. São João do Cariri (2016). Adaptado de Maracajá (2013).

Figuras

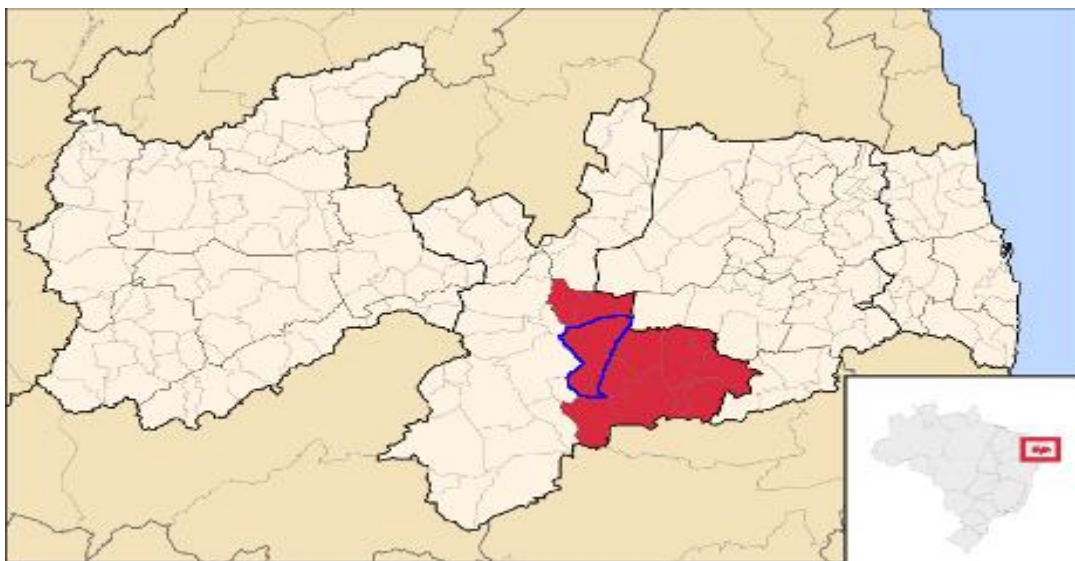


Figura 1. Microrregião do Cariri Oriental Paraibano e município de São João do Cariri. Fonte: Adaptado de Wikipedia a (s.d.). p5



Figura 2. Área relativa à parcela estudada na localidade Açude em São João do Cariri. Fonte: Acervo Pessoal. p5

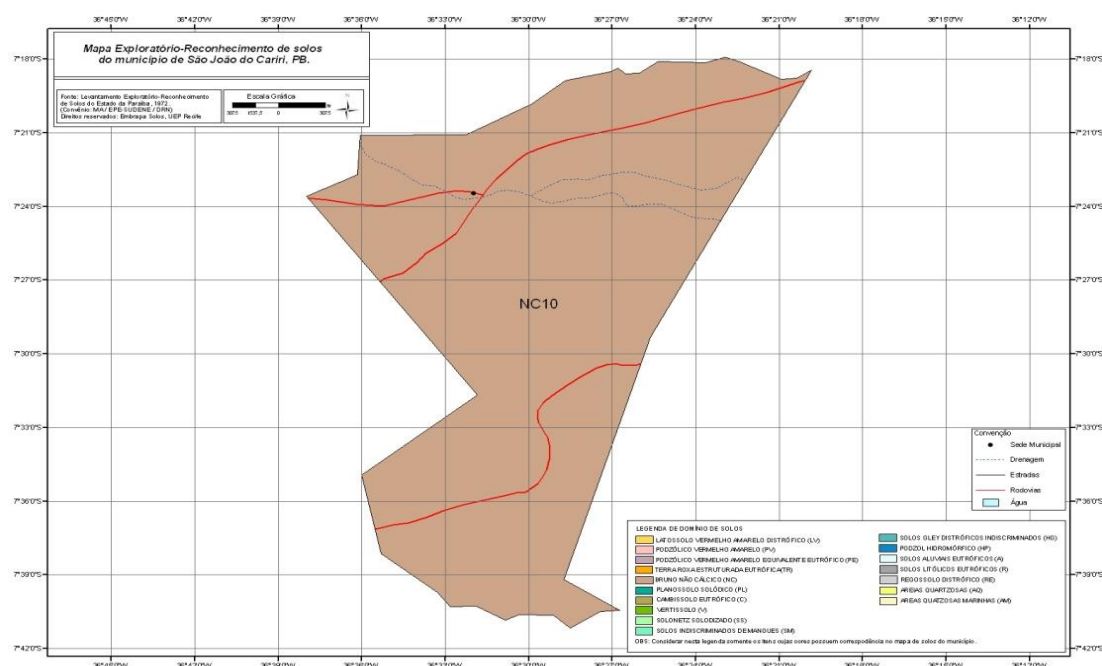


Figura 3. Solo do município de São João do Cariri. Fonte: Embrapa/CNPS. p5

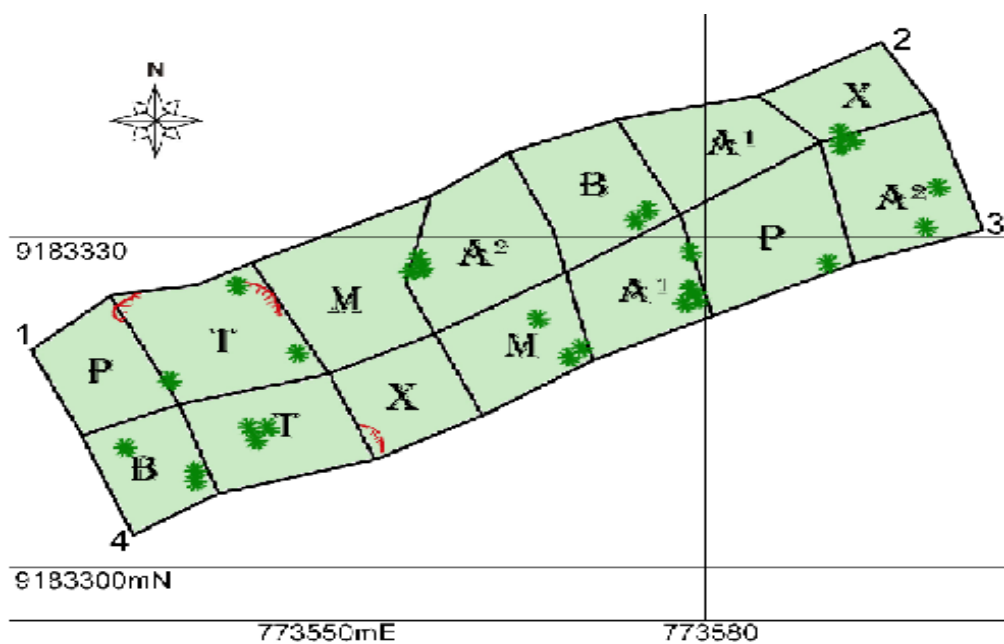


Figura 4. Croqui do experimento no Campo. Fonte: Maracajá (2013). P = Palma Orelha de Elefante Mexicana ; T=Testemunha; M = Macambira; A1= Agave; A2= Aveloz; B= Capim Buffel; X= Xique-xique; p6



Figuras 5. Coleta de amostras para análises química e física. Fonte: Acervo Pessoal. p6



Figuras 6. Coleta de amostras para análises química e física. Fonte: Acervo Pessoal. p6

Anexos

Quadro 1. Precipitação no período de isolamento da área 2012/2017. **p15**

Município	Posto	Observ. (mm)	Climat. (mm)	Desvio (%)	Desvio (mm)	Ano
São João do Cariri	São João do Cariri	1.351,7	381,4	254,4	970,3	2011
		205,8	381,4	-46,0	-175,6	2012
		267,8	381,4	-29,8	-113,6	2013
		377,3	381,4	-1,10	- 4,10	2014
		233,6	381,4	-38,8	-147,8	2015
		336,5	381,4	-11,8	- 44,90	2016
		32,8	381,4	-91,4	-348,6	2017
Total		2.805,5	-	135,7	135,7	-

Fonte: Adaptado da AESA-PB.